

**MODEL PELESTARIAN FUNGSI LINGKUNGAN PERKOTAAN
BERBASIS EKOSANITA-IPLT
(Studi kasus Kota Majalaya di DAS Citarum Hulu)**

**MODEL FOR URBAN CONSERVATION OF URBAN ENVIRONMENTAL
FUNCTION BASED ON EKOSANITA-IPLT
(Case study of Town of Majalaya at the Catchment Area of Citarum Hulu)**

Oleh:

Pamekas ^{*)}, Bibiana W Lay ^{**)}, Surjono H Sutjahjo ^{*)}, Parulian M Hutagaol ^{**)},
Hartrisari H Hardjomidjojo ^{**)}

ABSTRACT

Effort to maintained the sustainability of the assimilative as well as carryng capacity of the human environment for medium and small town had already been done since the third of the fift national development plan. About 2 700 unit of faecal sludge treatment plant had been constructed to improve the indonesia city wastewater management. However, this effort have not meet the requirement while the economic crisis had placed water and sanitation sector in critical state. This research uses a system dynamics approach to model the ideal effort (EkoSanita-IPLT model) for improving wastewater management using the case of Majalaya town. The model is than used to study their behaviour to formulate ways to maintained the assimilative capacity of drinking watersources and demonstrate their usefulness for policy formulation. The results indicate that increasing service coverage will decrease the wastewater volume in the water environment leading to increase the water environmental assimilative capacity. Extending service areas from one district to four and six district town leading to increase wastewater volume in the receiving body and subsequently reducing the assimilative capacity of the river body. The analysis also indicate that the existing capacity of faecal sludge treatment plant need to be extended. Finally, the EcoSanita-IPLT model has demonstrated their capability to formulate the policy for improving the wastewater management for the town of Majalaya in a comprehensive and systemic ways.

Key word: Faecal sludge, system dynamic, policy formulation.

^{*)} Mahasiswa Program Studi PSL Pasca Sarjana IPB (Program Doktor).

^{**)} Berturut-turut adalah ketua komisi pembimbing dan anggota komisi pembimbing.

1. Pendahuluan

Berbagai upaya telah dilakukan untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup pada umumnya dan khususnya lingkungan permukiman perkotaan. Upaya tersebut menurut undang-undang nomor 23/1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup disebut pelestarian fungsi lingkungan hidup.

Sekitar 2 700 (dua ribu tujuh ratus) unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) telah dibangun dari sejak Pembangunan Lima Tahun ketiga (Pelita-III). Pembangunan IPLT tersebut merupakan bagian dari upaya pemerintah untuk meningkatkan kualitas lingkungan permukiman perkotaan. Tetapi sebagian besar belum berfungsi sebagaimana yang diharapkan (Kimpraswil 2003). Bahkan, banyak di antaranya tidak berfungsi atau tidak dapat dioperasikan secara memadai seperti yang terjadi di kota Majalaya. Akibatnya, sekitar 76.2% beban cemaran organik di sungai pada daerah perkotaan berasal dari air limbah rumah tangga dan lebih dari 84% sampel air tanah telah tercemar oleh tinja (KMNLH 1997) serta sebanyak 32.24% sampel air minum perpipaan dan 54.16% sampel air minum sistem non perpipaan belum memenuhi persyaratan bakteriologis (DEPKES 2001). Pencemaran air telah berdampak negatif terhadap kesehatan manusia bahkan menimbulkan kematian ibu dan anak balita (EcoSanRes 2003). Pencemaran air juga berdampak pada peningkatan biaya pengolahan air minum sebesar 30% dari tarif rata-rata air minum (Kimpraswil 2003). Telaah empiris menunjukkan bahwa penurunan fasilitas pelayanan sanitasi setempat (on-site) sebesar 10% dapat meningkatkan kasus kematian balita sebesar 20 kasus per 1000 kelahiran (Nomura 1997). Bahkan krisis ekonomi tahun 1998-2002, telah menempatkan sektor Air Bersih dan Sanitasi Indonesia pada keadaan kritis (Bank Dunia 2004).

Pendekatan modular IPLT (DPU 1991) yang didasarkan pada penduduk dan pilihan teknologi dinilai belum komprehensif dan belum cukup efektif mengatasi masalah yang dihadapi meskipun dapat mempercepat proses perencanaan perbaikan (*improvement*) sanitasi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan komprehensif yang selain mempertimbangkan penduduk dan pilihan teknologi, juga mempertimbangkan daya dukung dan daya tampung lingkungan di masing-masing lokasi.

Makalah ini ditujukan untuk membahas kondisi eksisting pelayanan air bersih dan sanitasi serta pengembangan dan penerapan model pelestarian fungsi lingkungan perkotaan berbasis EkoSanita-IPLT. Model tersebut dibangun dengan menggunakan sistem dinamik untuk merumuskan kebijakan dan strategi pelestarian fungsi lingkungan kota, khususnya mengatasi permasalahan yang berhubungan dengan pencemaran air limbah rumah tangga secara komprehensif dan sistemik.

2. Metoda Penelitian

a. Lokasi, Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan kasus pengelolaan air limbah kota Majalaya yang termasuk kota sedang terpadat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu. Piranti keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer jenis Desktop dan Notebook. Piranti lunak program Powersim digunakan untuk alat bantu membangun dan mensimulasikan model sistem dinamik.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah (i) daftar pertanyaan survey atau kuesioner, (ii) data sekunder yang dikumpulkan dari instansi terkait serta dokumen yang berisi kebijakan yang berhubungan dengan pengelolaan limbah cair domestik, (iii) data primer yang dikumpulkan langsung dari lapangan, baik dengan menggunakan kuisisioner maupun pengambilan contoh air.

b. Pengumpulan dan Analisis Data

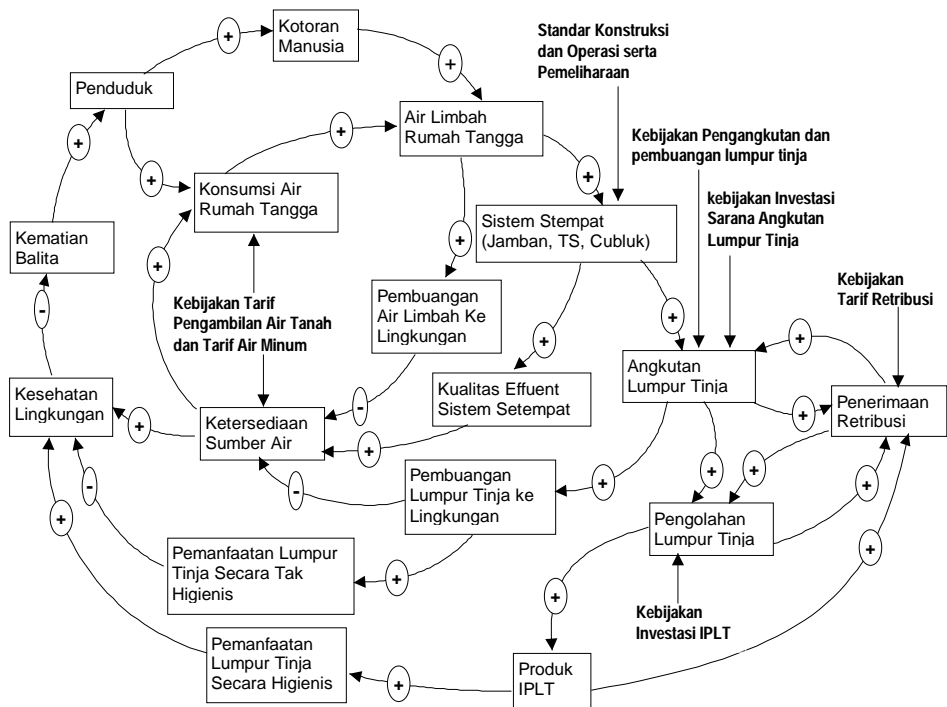
Data untuk membangun model sistem dinamis dikumpulkan dengan cara melakukan kunjungan lapangan, wawancara dengan menggunakan kuesioner dan pengumpulan data statistik (BPS 2000-2004, Suseda 2002-2004). Data tentang status dan proses pengelolaan lumpur tinja kota Majalaya dikaji untuk mengidentifikasi persoalan-persoalan yang perlu diselesaikan yang selanjutnya menjadi sasaran yang perlu diselesaikan.

Analisis kondisi pelayanan air bersih dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang sumber air minum, konsumsi air rumah tangga, pemenuhan terhadap persyaratan air minum. Analisis kondisi eksisting pengelolaan air limbah dan lumpur tinja kota Majalaya mencakup analisis terhadap proses pewadahan, proses pengangkutan lumpur tinja dan proses pengolahan lumpur tinja. Analisis tersebut ditujukan untuk memperoleh gambaran mengenai bangkitan lumpur tinja, efisiensi pengangkutan dan efisiensi pengolahan lumpur tinja.

c. Pemodelan Sistem Dinamis

Pemodelan sistem dinamis didasarkan pada hasil analisis data eksisting dan difokuskan pada penyelesaian persoalan yang pengelolaan air limbah rumah tangga, khususnya pengelolaan lumpur tinja secara berkelanjutan dengan mempertimbangkan daya dukung dan daya tampung lingkungan kota. Model ideal (EkoSanita-IPLT) yang dibangun, merupakan perbaikan dari kondisi eksisting sampai kondisi daya tampung badan air penerimanya mencapai standar baku mutu yang ditetapkan. Model tersebut dikembangkan berdasarkan hasil identifikasi sistem yang menggunakan diagram lingkaran sebab akibat atau *causal loop diagram* (Gambar-1).

Proses-proses yang berhubungan dengan pengelolaan lumpur tinja di lapangan digambarkan dengan menggunakan diagram forester yang terdiri dari Flow (aliran) dan Stock (level). Parameter dan persamaan-persamaan matematis yang menggambarkan hubungan di antara parameternya dikembangkan berdasarkan pendekatan deduktif maupun induktif. Selanjutnya digambarkan bagan alir termasuk persamaan-persamaan yang diperlukan ke dalam program Powersim. Pemodelan diawali dengan menetapkan seluruh parameter yang berpengaruh terhadap bangkitan lumpur tinja di suatu kawasan perkotaan dan simulasinya menggunakan level (Stock) yang telah ditetapkan berdasarkan parameter yang ditetapkan tersebut (Li dan Simonovic 2001, Simonovic dan Li 2003). Akhirnya, program dijalankan untuk mengkaji perilaku model yang dikembangkan setelah divalidasi struktur maupun kinerjanya.



Gambar. 1 Diagram Lingkaran Sebab Akibat (*Causal Loop Diagram*) Sistem Pengelolaan Air Limbah Secara Berkelanjutan

3. Hasil dan Pembahasan

a. Kondisi Pelayanan Air Bersih dan Sanitasi Lingkungan Kota Majalaya

Kota Majalaya yang berpenduduk 141 467 jiwa pada tahun 2004 adalah kota kecamatan yang terletak di hulu sungai Citarum memiliki rumah sejumlah 35 472 unit rumah. Penduduk kota Majalaya memperoleh kebutuhan air bersih (air rumah tangga) dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan dari air tanah dangkal dengan konsumsi rata-rata sebesar 252.6 liter/orang/hari.

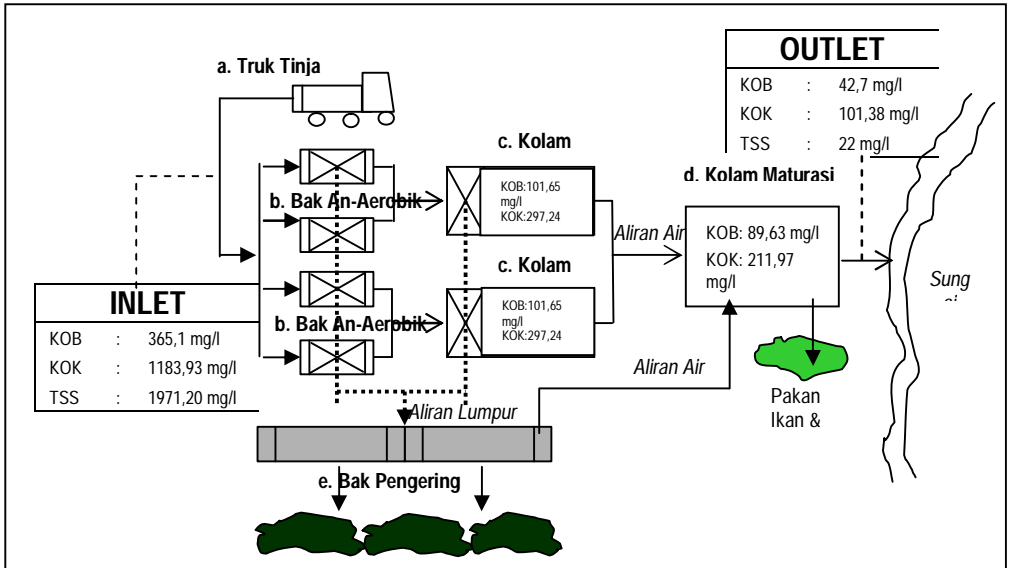
Pengambilan air dari sumur dangkal dilakukan melalui sumur terbuka atau sumur pantek yang menggunakan pompa tangan maupun pompa listrik. Penduduk yang memperoleh air rumah tangga hanya dari 1 (satu) sumber PDAM adalah sebesar 13.45%, sedangkan yang memperoleh air rumah tangga dari 2 (dua) sumber yaitu PDAM dan sumur adalah sebesar 18.71%. Sisanya sebesar 67.84% tergantung pada air sumur. Proporsi sumber air sumur yang menyusut kuantitasnya pada musim kering dengan yang tidak pernah kering adalah 40% berbanding 60%.

Sekitar 61.64% air limbah yang merupakan sisa pemakaian air rumah tangga, dialirkan ke sungai melalui saluran dan sisanya 38.36% dialirkan langsung ke sungai. Air kotor dari WC dialirkan ke tangki septik, cubluk, langsung ke sungai atau melalui saluran. Jumlah rumah yang memiliki tangki septik tercatat sebanyak 8 868 unit (25%) dan cubluk (cesspool) sebanyak 4 434 unit

(12.5%). Sisanya sebanyak 22 170 unit rumah (62.5%) membuang kotorannya langsung ke saluran drainase kota yang bermuara ke kolam, sawah dan sungai. Jumlah tangki septik yang difasilitasi bidang resapan adalah sebesar 41.23% sehingga sisanya sebesar 58.77% dialirkan ke saluran atau media lingkungan lainnya. Akibatnya, kualitas fisik air sumur yang digunakan untuk keperluan rumah tangga, belum sesuai keinginan penggunaannya. Sekitar 63.6 % air yang digunakan dinilai kurang baik karena meskipun jernih, keadaan airnya kurang segar dan berubah agak kuning setelah ditampung. Dari aspek bakteriologis, berdasarkan hasil pemeriksaan air di 15 (limabelas) lokasi sumur, menyimpulkan bahwa 73.33% sumber air tersebut telah tercemar lumpur tinja. Jumlah bakteri koli di 10 lokasi mencapai 120-2400 bakteri koli (total coliform)/100ml dan jumlah koli tinja berkisar antara 2-49 koli tinja (faecal coliform)/100ml. Syarat maksimum yang diperbolehkan untuk air bersih adalah 50 total coliform/100ml atau 0 koli tinja (faecal coli)/100ml (PerMenKes 1990). Hal itu mengindikasikan bahwa daya dukung pasokan air tanah telah menurun karena fasilitas sanitasi kota Majalaya belum terpelihara secara memadai sehingga limbah rumah tangga telah mencemari sumber air minum penduduk.

Lumpur tinja yang terakumulasi di tangki septik disedot sesuai pesanan pemiliknya, apabila terjadi masalah misalnya tersumbat dan meluap. Lumpur tinja yang disedot tercatat sebesar 17.1 m³/hari atau 68.4% dari kapasitas IPLT (25 m³/hari). Namun, seringkali IPLT menganggur mengindikasikan bahwa lumpur tinja tidak dikirim ke IPLT melainkan dibuang langsung ke sungai terdekat. Alasannya adalah karena jauh ke lokasi IPLT atau enggan membayar retribusi pembuangan ke IPLT.

Di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) lumpur tinja diolah untuk menurunkan beban cemaran yang terkandung di dalamnya (Gambar-2). Kinerja atau efisiensi IPLT yang dinilai dari nilai output dan input ketiga indikator kualitas air yaitu kebutuhan oksigen Biologi (KOB), kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dan total suspended solid (TSS) relatif tinggi yaitu KOB 88.3%, KOK 91.43% dan TSS 98.88%. Namun, kinerja kolam fakultatif sebesar 11.82% (KOB) dan 28.69% (KOK) dinilai rendah. Demikian halnya dengan kinerja kolam maturasi adalah 52.36% (KOB) dan 52.17% (KOK). Hal tersebut mengindikasikan bahwa secara sistem, IPLT tersebut masih dapat difungsikan secara baik, meskipun ada beberapa elemennya belum bekerja optimal.



Gambar 2. Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Cibet Majalaya

b. Model yang Dikembangkan

Penelitian yang menggunakan model sistem dinamik, dapat dibagi kedalam 3 (tiga) kategori yaitu (i) pemodelan untuk membangun teori, (ii) pemodelan untuk menyelesaikan masalah, dan (iii) pemodelan untuk memperbaiki pendekatan pemodelan itu sendiri (Angerhofer, Angelides 2000). Model EkoSanita-IPLT ditujukan untuk membantu menyelesaikan masalah sanitasi.

Model Ekosanita-IPLT dibagi kedalam 5 (lima) sub model yang merupakan satu kesatuan sistem yaitu (i) sub model pewadahan lumpur tinja, (ii) sub model pengangkutan lumpur tinja, (iii) sub model pengolahan lumpur tinja, (iv) sub model daya tampung lingkungan keairan, dan (v) sub model laba/rugi operasional sistem IPLT.

c. Sub Model Pewadahan Lumpur Tinja

Sub model ini menggunakan 7 (tujuh) level atau tangki yang menggambarkan (i) tampungan limbah rumah tangga di kawasan permukiman perkotaan, (ii) tampungan limbah rumah tangga di semua tangki septik yang ada di kawasan permukiman perkotaan, (iii) tampungan limbah rumah tangga di badan air permukaan, (iv) tampungan effluent tangki septik di saluran drainase, (v) tampungan effluent tangki septik di bidang resapan, (vi) jumlah penduduk, dan (vii) lumpur tinja terbangkitkan.

Tampungan limbah rumah tangga menggambarkan banyaknya sisa air rumah tangga yang terbuang setelah dipakai mandi, cuci, membersihkan kotoran di WC, menyiram tanaman bunga atau bahkan bekas air cuci mobil. Air limbah tersebut dipengaruhi oleh konsumsi air rumah tangga per kapita, jumlah penduduk

dan fraksi limbah cair yang terbuang. Tampungannya limbah rumah tangga di tangki septik menggambarkan banyaknya limbah rumah tangga yang dialirkan dan ditampung di tangki septik yang terdapat di kawasan permukiman perkotaan. Tampungannya limbah rumah tangga di saluran drainase menggambarkan banyaknya limbah yang telah diolah di tangki septik tetapi efluennya tidak disalurkan ke bidang resapan melainkan ke sistem drainase dan ke badan air permukaan. Tampungannya limbah rumah tangga di badan air permukaan menggambarkan banyaknya limbah rumah tangga yang tidak diolah di tangki septik dan di bidang resapan. Tampungannya limbah rumah tangga di bidang resapan menggambarkan banyaknya hasil olahan tangki septik yang tersimpan sementara di bidang resapan sebelum mengalir masuk ke dalam air tanah setelah disaring secara biologis dan alami.

Dengan demikian, cakupan pengelolaan air limbah dan konsumsi air rumah tangga menjadi faktor penting yang mempengaruhi akumulasi limbah rumah tangga dan lumpur tinja yang dibangkitkan maupun di badan air.

d. Sub Model Pengangkutan Lumpur Tinja

Pada sub model pengangkutan lumpur tinja, terdapat 5 (lima) level (tangki) yang menggambarkan (i) volume lumpur tinja yang diangkut dari kawasan permukiman perkotaan, (ii) volume lumpur tinja yang diolah di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja, (iii) volume lumpur tinja di media lingkungan hidup, (iv) volume lumpur tinja fraksi padatan di bak pengering lumpur (*Sludge Drying Bed*), dan (v) volume lumpur tinja fraksi cairan di kolam maturasi.

Volume lumpur tinja yang diangkut menggambarkan banyaknya lumpur tinja yang masuk Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja. Volume lumpur tinja di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja menggambarkan banyaknya lumpur tinja yang diolah, sedangkan volume lumpur tinja di media lingkungan menggambarkan banyaknya lumpur tinja yang belum diolah dan berpotensi mencemari lingkungan. Volume lumpur tinja fraksi padatan di bak pengering lumpur menggambarkan banyaknya lumpur kering yang berpotensi menjadi pupuk kompos, sedangkan volume lumpur tinja fraksi cairan di kolam maturasi menggambarkan banyaknya air hasil olahan IPLT yang berpotensi menjadi air irigasi dan menghasilkan pakan unggas maupun pakan ikan.

Banyaknya lumpur tinja yang diangkut menjadi faktor yang mempengaruhi pola operasionalisasi IPLT dan pola peningkatan pencemaran lumpur tinja terhadap lingkungan keairan. Hal itu berarti bahwa operasionalisasi IPLT tergantung kepada banyaknya lumpur tinja yang diangkut dan diolah di IPLT.

e. Sub Model Pengolahan Lumpur Tinja

Pada sub model pengolahan lumpur tinja terdapat 3 (tiga) level yang menggambarkan sisa beban cemaran setelah diolah di tiga unit pengolahan lumpur tinja yang ada di IPLT (bak an-aerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi). Selain itu, terdapat pula satu tampungan yang menggambarkan beban cemaran (KOB) maksimum yang masih dapat diterima atau ditampung oleh perairan penerima effluent hasil olahan IPLT.

f. Sub Model Daya Tampung Lingkungan Keairan

Pada sub model daya tampung lingkungan keairan digambarkan kemampuan badan air menerima beban cemaran yang masuk atau dimasukkan kedalamnya. Beban cemaran tersebut berasal dari (i) limbah rumah tangga yang dibuang ke perairan, (ii) effluent tangki septik yang dialirkan ke saluran drainase kota, dan (iii) lumpur tinja yang dibuang ke media lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Pada sub model ini terdapat 4 (empat) tampungan yang menggambarkan banyaknya limbah rumah tangga dari ketiga kategori tersebut dan beban cemaran awal yang secara alami sudah terdapat pada aliran air. Selain itu, terdapat pula satu tampungan yang menggambarkan beban cemaran (KOB) maksimum yang masih dapat diterima atau ditampung oleh perairan penerima air limbah yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

g. Sub Model Laba/Rugi Operasional Sistem IPLT

Pada sub Model laba/rugi operasional system IPLT, dikaji mengenai keuntungan (laba) atau kerugian pengelolaan sistem. Pada sub model ini terdapat 2 (dua) stok atau level yang menggambarkan banyaknya keuntungan atau kerugian yang terkait dengan pengoperasian sistem pengelolaan lumpur tinja dan potensi tabungan investasi. Namun, banyaknya keuntungan atau kerugian tersebut dipengaruhi oleh parameter-parameter penerimaan retribusi pelayanan jasa penyedotan dan pengangkutan serta pengolahan lumpur tinja di IPLT, pengeluaran biaya pengangkutan, pengeluaran biaya pengolahan dan penyusutan aset sistem.

h. Uji Kinerja dan Aplikasi Model

Uji kinerja model dilakukan melalui simulasi terhadap model yang dikembangkan. Simulasi pertama dilakukan untuk mempelajari perilaku model dengan menggunakan data eksisting penduduk kota Majalaya dan kota kecamatan lain di dalam daerah pelayanan IPLT. Hasil simulasi, menghasilkan pola perilaku model yang sama untuk masing-masing level. Namun, perbedaannya terletak pada banyaknya limbah rumah tangga pada masing-masing tampungan. Hal itu mengindikasikan bahwa peningkatan jumlah penduduk tidak mempengaruhi model masing-masing parameter, tetapi mempengaruhi banyaknya tampungan (level). Simulasi yang sama diaplikasikan terhadap sub model pengangkutan lumpur tinja, menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu tidak merubah model masing-masing level. Walaupun demikian, banyaknya volume lumpur tinja yang diangkut, volume lumpur tinja yang diolah dan volume lumpur tinja yang dibuang ke media lingkungan hidup cenderung meningkat tajam karena kapasitas IPLT terbatas.

Model Ideal merupakan perbaikan dari keadaan eksisting yang mencakup perbaikan terhadap (i) cakupan pelayanan, dan (ii) perluasan daerah pelayanan. Namun, perbaikan keadaan eksisting kemungkinan berdampak terhadap peningkatan konsumsi air rumah tangga. Oleh karena itu, simulasi peningkatan konsumsi air dilakukan untuk mempelajari pengaruhnya terhadap lingkungan.

Perbedaan kondisi ideal dengan kondisi eksisting (referensi) dinilai pengaruhnya terhadap pelestarian lingkungan hidup yang dalam hal ini adalah (i) volume air limbah di badan air, (ii) volume lumpur tinja di media lingkungan, (iii) daya tampung lingkungan keairan penerima air limbah rumah tangga, dan (iv) daya tampung lingkungan penerima effluent hasil olahan IPLT.

i. Peningkatan Akses Penduduk Terhadap Fasilitas Sanitasi

Simulasi untuk mengkaji dampak peningkatan akses penduduk ke fasilitas sanitasi menggunakan 4 (empat) skenario simulasi yaitu (i) pelayanan tetap 20%, (ii) peningkatan pelayanan dari 20% menjadi 35% (rata-rata daerah pelayanan IPLT), (iii) peningkatan dari 35% menjadi 50% (rata-rata kabupaten Bandung), dan (iv) peningkatan dari 50% menjadi 60% (rata-rata nasional). Hasil simulasi peningkatan cakupan pelayanan, dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Simulasi Peningkatan Cakupan Pelayanan

No	Unsur yang dinilai	Satuan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
1	Limbah di Badan Air	m ³	2 538 583	2 065 644	1 592 704	1 277 411
2	LT di Lingkungan	m ³	15.27	15.36	15.44	15.50
3	Daya tampung lingkungan kota	kg/hari	-3 422 724	-2 686 125	-1 949 527	-1 458 461
4	Daya tampung lingkungan IPLT	kg/hari	37 796	37 803	37 810	37 815
5	Laba Operasional	Rupiah	177 juta	281 juta	386 juta	456 juta
6	Tambahan penduduk dilayani	Jiwa	40 310	70 165	100 021	119 924

Seperti tertera pada Tabel 1, volume air limbah mengalami penurunan sedangkan volume lumpur tinja di lingkungan hidup mengalami peningkatan. Penurunan volume air limbah pada skenario 4 dengan tambahan penduduk dilayani sebesar 119 924 jiwa, mengindikasikan bahwa cakupan pelayanan skenario 4 (60%) telah melampaui target MDG 2015 sebesar 107 698 jiwa pada tahun 2015. Peningkatan cakupan pelayanan limbah di lingkungan hidup terbukti dapat meningkatkan daya tampung lingkungan kota, khususnya lingkungan keairan. Sebaliknya, peningkatan volume air lumpur tinja di lingkungan mengindikasikan bahwa IPLT yang ada sudah perlu ditingkatkan kapasitasnya. Daya tampung lingkungan IPLT masih menunjukkan peningkatan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa badan air penerima di sekitar IPLT masih mampu menerima hasil olahan lumpur tinja. Peningkatan laba operasional yang digunakan untuk meningkatkan pelayanan, terbukti mampu mempercepat pencapaian sasaran MDG 2015.

j. Peningkatan Konsumsi Air Rumah Tangga

Bangunan model ideal yang sama digunakan untuk simulasi dampak peningkatan konsumsi air rumah tangga terhadap lingkungan. Sebanyak 4 (empat) skenario yang digunakan adalah (i) peningkatan 10% dari konsumsi yang ada dengan cakupan pelayanan 35%, (ii) peningkatan 15% dari konsumsi yang ada dengan cakupan pelayanan 35%, (iii) peningkatan 10% dari konsumsi yang ada dengan cakupan pelayanan 60%, dan (iv) peningkatan 15% dari konsumsi yang ada dengan cakupan pelayanan 60%. Hasil simulasi dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Simulasi Peningkatan Konsumsi Air Rumah Tangga

No	Unsur yang dinilai	Satuan	Skenario 5	Skenario 6	Skenario 7	Skenario 8
1	Limbah di Badan Air	m ³	2 253 099	2 346 827	1 386 044	1 440 360
2	LT di Lingkungan	m ³	15.38	15.39	15.53	15.55
3	Daya tampung lingkungan kota	Kg/hari	-2 898 295	-3 004 380	-1 547 865	-1 592 567
4	Daya tampung lingkungan IPLT	Kg/hari	37 805	37 806	37 818	37 819
5	Laba Operasional	Rupiah	281 juta	281 juta	456 juta	456 juta
6	Tambahan penduduk dilayani	Jiwa	70 166	70 166	119 925	119 925

Seperti tertera pada Tabel 2, peningkatan konsumsi air rumah tangga sebesar 10% dan 15% juga berpengaruh pada peningkatan volume air limbah di lingkungan hidup. Hasil skenario 5 maupun hasil skenario 6 lebih besar daripada hasil skenario 7 dan hasil skenario 8. Selain itu, peningkatan konsumsi air rumah tangga juga berpengaruh pada penurunan daya tampung lingkungan keairan. Namun, peningkatan konsumsi air rumah tangga belum berpengaruh pada daya tampung lingkungan IPLT yang tetap meningkat meskipun relatif kecil.

k. Perluasan Daerah Pelayanan

IPLT Cibeet Majalaya, pada awalnya dirancang untuk melayani 4 (empat) kecamatan yaitu kecamatan Majalaya, kecamatan Ibun, kecamatan Paseh dan kecamatan Ciparay. Oleh karena itu, simulasi perluasan daerah pelayanan dilakukan untuk mengetahui dampaknya terhadap kapasitas IPLT dan terhadap lingkungan di sekitarnya.

Sebanyak 4 (empat) skenario simulasi yang digunakan adalah (i) pelayanan 35% dengan daerah pelayanan 4 (empat) kecamatan, (ii) pelayanan 35% dengan daerah pelayanan yang diperluas menjadi 6 (enam) kecamatan, (iii) pelayanan 60% dengan daerah pelayanan 4 (empat) kecamatan, dan (iv) pelayanan 60% dengan daerah pelayanan yang diperluas menjadi 6 (enam) kecamatan. Hasil simulasi dirangkum pada Tabel 3. Seperti tertera pada Tabel 3, perluasan daerah pelayanan dari 4 (empat) kecamatan menjadi 6 (enam) kecamatan berdampak pada peningkatan volume air limbah di badan air. Hal tersebut dibuktikan pada skenario 9 dengan skenario 10 dan skenario 11 dengan skenario 12. Peningkatan perluasan daerah pelayanan menjadi empat kecamatan dan enam kecamatan serta pelayanan 35 % dan 60 % telah mendekati sasaran MDG 2015 yaitu masing masing 345 261 jiwa (4 kecamatan) dan 528 237 jiwa (6 kecamatan).

Tabel 3 Hasil Simulasi Perluasan Daerah Pelayanan IPLT Majalaya

No	Unsur yang dinilai	Satuan	Skenario 9	Skenario 10	Skenario 11	Skenario 12
1	Limbah di Badan Air	m ³	6 203 039	9 389 782	3 676 135	5 523 701
2	LT di Lingkungan	m ³	15.79	16.13	16.25	16.82
3	Daya tampung lingkungan kota	Kg/hari	-7 366 937	-1.09 × 10 ⁷	-3 431 310	-4 950 854
4	Daya tampung lingkungan IPLT	Kg/hari	37 839	37 867	37 876	37 924
5	Laba Operasional	Rp	820 juta	1.24 × 10 ⁹	1.38 × 10 ⁹	2.09 × 10 ⁹
6	Tambahan penduduk dilayani	Jiwa	223 826	342 180	383 343	586 236

Skenario peningkatan pelayanan dan skenario perluasan daerah pelayanan IPLT telah menunjukkan pengaruhnya pada perbaikan daya tampung lingkungan keairan. Walaupun demikian, angka negatif pada daya tampung lingkungan kota mengindikasikan bahwa upaya mempertahankan daya dukung dan daya tampung lingkungan keairan, belum maksimal apabila tidak diikuti dengan upaya mengolah limbah cair domestik sebelum dialirkan ke sungai penerimanya.

4. Penutup

Rumusan kebijakan yang dihasilkan dari aplikasi Model EkoSanita-IPLT menyimpulkan bahwa perbaikan sistem pengelolaan air limbah kota Majalaya sudah diperlukan. Perbaikan tersebut dilakukan melalui (i) peningkatan akses penduduk terhadap fasilitas sanitasi yang telah diperbaiki (*improved*) yaitu dari 20% menjadi 35% penduduk, dan (ii) perluasan daerah pelayanan IPLT dari 4 (empat) kecamatan menjadi 6 (enam) kecamatan.

Atas dasar hal tersebut, maka strategi yang direkomendasikan untuk mengimplementasikan kebijakan tersebut yaitu: (i) meningkatkan jumlah tangki septik yang sama jumlahnya dengan fasilitas pengolahan lanjutan seperti bidang resapan, atau (ii) menambah jumlah tangki septik yang telah ditingkatkan kemampuan teknologinya, (iii) mengangkut lumpur tinja secara terjadwal, (iv) memberlakukan tarif sanitasi secara bulanan, dan (v) meningkatkan kapasitas IPLT karena IPLT Cibeet Majalaya hanya mampu melayani 20% penduduk kota Majalaya sampai tahun 2005. Selain itu, pengolahan limbah cair domestik sudah diperlukan untuk mengoptimalkan upaya pelestarian fungsi lingkungan perkotaan.

Daftar Pustaka

- Angerhofer B J and Angelides M. C. 2000, System Dynamics Modelling in Supply Chain Management: Research Review, *Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference* 342-351
- [Anonim]. 1997. Undang-Undang Republik Indonesia nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.

- Bank Dunia. 2004. Indonesia Averting an infrastructure crisis: *A framework for policy and action*.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2001. *Profil Kesehatan Indonesia 2001*.
- Ecological Sanitation Research. 2003. *The Main Feature of Ecological Sanitation*, <http://www.ecosanres.org> [14 Jan 2005]
- Departemen Pekerjaan Umum. 1993. *Petunjuk Teknis Perencanaan, Pembangunan dan Pengelolaan Bidang Penyehatan Lingkungan Permukiman Perkotaan dan Perdesaan*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Laporan Akhir Pekerjaan Penyusunan National Action Plan Bidang Air Limbah*. Jakarta: PT Perencana Jaya Ciptalaras.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1997. *Agenda 21 Indonesia*.
- Li L and Simonovic S. P. 2001. System Dynamic Model for predicting floods from snowmelt in North American prairie watershed. *Journal of Hydrological Processes* 16; 2645-2666.
- Nomura, M. 1997. *The Consideration on Middle Term Strategy for Wastewater and Stormwater Management*. Technical Report JICA Expert on Wastewater and Stormwater Management.
- Peraturan Menteri Kesehatan nomor. 416/MenKes/Per/IX/1990 tentang Baku Mutu Kualitas Air Baku untuk Air Minum.
- Simonovic S P and Li L. 2003. Methodology for Assessment of Climate Change Impacts on Large-Scale Flood Protection System. *Journal of Water Resources Planning and Management*; 361.